

Energia- ja ilmastopolitiikan uudet tuulet

Topi Hokkanen tohtorikoulutettava
Kimmo Ollikka erikoistutkija

Ilmastomuutoksen torjuminen edellyttää energiajärjestelmien muuttumista hiilineutraaleiksi. Kyseessä on valtaisa muutos fossiilisista energialähteistä kohti uusiutuvia energiatuotannon muotoja.

Suomessa ollaan huolissaan EU:n päästökaupan haitallisesta vaikutuksesta teollisuuden kansainväliseen kilpailukykyyn, vaikka tästä on toistaiseksi vähän todellista näyttöä. Tuulivoiman syöttötariffit ja niiden avulla saavutetut päästövähennykset ovat olleet kalliita. Matalat päästöoikeuksien hinnat Euroopassa eivät myöskään kannusta teknologiainnovointiin ja näyttö syöttötariffien vaikutuksista on ristiriitaista.

Suomen energia- ja ilmastopolitiikan suunnittelussa tarvitaan vahvaa panostusta tutkimus- ja kehitystyöhön sekä uusiutuvan energiantuotannon harkittuun tukipolitiikkaan. Raskaan teollisuuden kilpailukyvyyn lisäksi meidän tulee huolehtia uusia teknologioita kehittävien yritystemme kilpailukyvyistä kasvavilla globaaleilla energiateknologiamarkkinoilla.



Johdanto

Ilmastonmuutoksen torjunta edellyttää, että energijärjestelmät muuttuvat hiilineutraaleiksi. Suomen tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjään vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä 80–95 prosenttia (TEM 2014). Kyseessä on valtaisa muutos fossiilisista energialähteistä kohti uusiutuvia energiatuotannon muotoja.

Kansainvälisen energijärjestön mukaan globaaleista energiantuotantokapasiteetin investoinneista vuonna 2014 liki puolet kohdistui uusiutuviin energiateknologioihin. Uutta uusiutuvaa energiakapasiteettia tuli tuotantoon kaikkiaan noin 128 GW, ollen investoinneiltaan noin 270 miljardia dollaria (IEA 2015). Uusien energiateknologioiden globaalit markkinat kasvavat voimakkaasti: IEA arvioi, että seuraavan 20 vuoden aikana maailmanlaajuiset energia-investoinnit ovat yhteensä 48 000–53 000 miljardia dollaria (IEA 2014).

Energiantuotannon muutosta vähähiiliseksi voidaan tukea kolmella tavalla. Ensinnäkin fossiilisiin polttoaineisiin perustuvien tuotantomuotojen päästöille voidaan asettaa hinta hiiliverolla tai kasvihuonekaasujen päästökauppalla. Toinen keino on tukea jo markkinoilla olevien, uusiutuvien energiateknologioiden leviämistä ja tuotantoa esimerkiksi syöttötarifeilla. Kolmas tapa on tukea puhtaiden energiamuotojen kehitystä ja innovointia tutkimus- ja tuotekehitystuilla, jotta pitkällä aikavälillä uusien energiamuotojen kustannukset laskisivat.

Ei ole selvää, mikä on näiden kolmen eri tukikomponentin oikea mitoitus ja suhde toisiinsa. Yksittäisenä ilmastopolitiikan ohjauskeinona päästömaksu tai hiilivero on selvästi kaikkein tehokkain keino. Päästömaksu ohjaa tuottajia samanaikaisesti vähentämään päästöjä, kuluttajia vähentämään sähkönkulutusta ja vihreän sähkön tuottajia lisäämään tuotantoaan sekä investoimaan tutkimukseen. (Fischer ja Newell 2008)

Päästömaksua on hyvä täydentää uusiutuvan energian tuotantotuella ja T&K-tuilla, joka on näistä merkittävin tuki (Fischer ja Newell 2008). Tutkijoista muiden muassa Acemoglu ym. (2014) suosittelevat hiiliveron rinnalle erittäin voimakasta panostusta uusiutuvan energian tutkimus- ja kehitystyöhön seuraavina vuosikymmeninä, jotta tavanomaisten energiatuotantoteknologioiden kilpailukyky kurotaan umpeen.

Vuonna 2016 Suomessa valmistellaan vuoteen 2030 tähtäävää energia- ja ilmastostrategiaa sekä uudistetaan uusiutuvan energian tukijärjestelmää. Suomessa on pitkä perinne tukea energaintensiivisen teollisuuden kansainvälistä kilpailukykyä. Huolehdimmeko riittävästi yritystemme kilpailukyvyistä kasvavilla energiateknologiamarkkinoilla ja onko ilmasto- ja energiapolitiikka Suomessa johdonmukaista taloustieteellisen kirjallisuuden valossa?

EU:n päästökauppa (EU ETS) ja teollisuuden kilpailukyky

Euroopassa on käyty päästökauppaa nyt yli kymmenen vuotta ja käynnissä on päästökaupan kolmas kausi, 2013–2020. Järjestelmä on koko olemassaolonsa ajan kärsinyt ongelmista. Päästöoikeuksien hinnat ovat pysyneet alhaisina, koska päästöoikeuksia on jaettu markkinoille runsaasti yli tarpeen. Päästöoikeuksien ylijäämä on aiheutunut vuonna 2008 alkaneesta talouden taantumasta ja päästökauppajärjestelmään tulneiden, YK:n joustomekanismien mukaisten, päästöyksiköiden suuresta määrästä. Myös monessa maassa käyttöön otetut uusiutuvan energian tuet alentavat päästöoikeuksien hintaa (esim. Böhringer ja Rosendahl 2010). Päästökaupan ongelmia pyritään korjaamaan vuonna 2019 käyttöön otettavalla markkinavakausvarannolla ja kiristämällä päästöoikeuksien jakoa kaupan neljännellä kaudella, 2021–2030. Mutta toistaiseksi hintavaikutukset ovat olleet korkeintaan lieviä ja EU:n päästöoikeuden hinta on edelleen vain noin 8 euroa hiilidioksiditonnilta.

Päästökauppajärjestelmän ongelmien rinnalla huomiota on kiinnitetty päästökaupan haitallisiin kilpailukykyvaikutuksiin. Päästökaupan nostaessa eurooppalaisyritysten tuotantokustannuksia yritysten kansainvälisen kilpailukyvyn pelätään heikentyvän ja mahdollisen hiilivuodon siirtävän eurooppalaista teollisuustuotantoa löyhemmän sääntelyn maihin.

EU-komissio pyrkii alentamaan päästökaupan kustannusrasitetta päästöoikeuksien ilmaisjaolla teollisuuden toimialoille, jotka kohtaavat kansainvälistä kilpailua. Energiaintensiivisen teollisuuden ilmaisjako perustuu tuotekohtaiseen, tehokkaimpien laitosten tuotannon vertailuarvioihin. Sen sijaan sähköntuotanto ei saa enää päästöoikeuksia ilmaiseksi, vaan joutuu hankkimaan kaikki päästöoikeutensa joko päästöhuutokaupoista tai -markkinoilta¹, koska paikallisilla sähkömarkkinoilla toimivat sähkön tuottajat pystyvät useimmiten siirtämään

EU:n päästökaupan kilpailukyky- vaikutukset teollisuuslaitoksille ovat jääneet vähäisiksi.

päästökaupan kustannukset suoraan sähkön hintoihin (Honkatukia ym. 2006, Hintermann 2015).

Teollisuuden ilmaisjaon lisäksi EU-komissio suosittelee jäsenvaltioilleen kansallisia kompensatiojärjestelmiä, jotka voivat korvata päästökaupan takia nousseen sähkön hinnan aiheuttamia, epäsuoria kustannuksia hiilivuo- toriskistä kärsiville laitoksille. Myös Suomi suunnittelee oman kompensatiojärjestelmän käyttöönottoa lähivuosina.

Kansainvälisissä jälkikäteisarvioissa on kuitenkin havaittu, että EU:n päästökauppajärjestelmän kilpailukykyvaikutukset sääntelyn alaisille teollisuuslaitoksille ovat jääneet vähäisiksi. Päästökaupalla ei arvioida olleen merkittäviä vaikutuksia päästökaupan alaisten yritysten liikevaihtoon tai työpanoksen kysyntään esimerkiksi Ranskassa tai Saksassa, kun niitä on verrattu samankaltaisiin, päästökaupan ulkopuolisiin yrityksiin. (Wagner ym. 2014, Petrick ja Wagner 2014)

Tehdyissä arvioissa näkyvät vain päästökaupan suorat vaikutukset. Sähkön hinnan kautta aiheutuneita epäsuoria vaikutuksia ei ole kyetty arvioimaan. Päästöoikeuksien matalat hinnat kuitenkin pienentävät myös epäsuoria kilpailukykyvaikutuksia. Päästökauppalaitosten kasvi- huonekaasupäästöt ovat silti vähentyneet verrattuna verrokkilaitoksiin ja vähennykset ajoittuvat eritoten toiselle päästökaupakaudelle, 2008–2012.

Päästökauppa pyrkii vaikuttamaan myös puhtaan teknologian kehitykseen. Tutkijat Caley ja Dechezleprêtre (2015) tarkastelivat, miten EU:n päästökauppa on vaikuttanut yritysten teknologiainnovointiin 2005–2009. Innovoinnin mittarina käytettiin yritysten hakemia ja niille myönnettyjä matalahiilisten teknologioiden

patentteja. Vaikka päästökauppalaitokset lisäsivät innovaatiotoimiaan verrattuna niitä vastaaviin, päästökaupan ulkopuolisiin laitoksiin, ei EU:n päästökauppa kuitenkaan merkittävästi lisännyt vähähiilisten patenttien kokonaisuuttamista tarkasteluajanjaksolla.

Matalat päästöoikeuksien hinnat eivät kannusta teknologiainnovointiin ja siten matala hinta hidastaa siirtymistä vähähiiliseen energiantuotantoon. Joko päästöoikeuksien jakoa tulee kiristää entisestään tai ottaa käyttöön muita ohjauskeinoja. Päästöoikeuksien huuto- kauppataloja ohjataan uusien teknologioiden kehittämiseen, ja lisäksi jäsenmaat ovat ottaneet käyttöön uusiutuvan energian tukijärjestelmiä.

Uusiutuvan energian syöttötariffi

Suomi otti vuoden 2011 alusta käyttöön uusiutuvien energiamuotojen syöttötariffin. Syöttötariffiin ovat oikeutettuja tuulivoima, metsähakkeen poltto sekä biokaasuun ja puupoltto- aineeseen perustuva sähkön tuotanto. Syöttötariffia maksetaan tuotantolaitokselle korkeintaan 12 vuotta.

Vuonna 2014 syöttötariffijärjestelmän mukaista tuotantotukea maksettiin Suomessa kaikkiaan lähes 85 miljoonaa euroa, joka kohdentui pääosin 47 metsähakevoimalalle ja 39 tuuli- voimalalle. Lisäksi tukea saivat kaksi biokaasulaitosta ja yksi puupolttoainelaitos. (Katso taulukko 1, s. 4.)

Metsähaketta polttaville voimaloille syöttötariffia maksetaan sähkön hinnan päälle lisättävänä hintapreemiona.² Tariffitaso on sidottu EU:n päästöoikeuden hintaan ja turpeen veroon. Metsähakevoimaloiden ei tarvitse olla uusia laitoksia, joten metsähakkeen tuki ei suoraan kannusta uusiin innovatiivisiin inves-

Tuulivoiman tuki puhuttaa.

tointeihin eikä alenna päästöjä EU-alueella. Käyttämättömät päästöoikeudet siirtyvät päästökaupassa vain jollekin muulle laitokselle. Metsähakkeen tuki lähinnä auttaa Suomea pääsemään EU:n uusiutuvan energian tavoitteen vuonna 2020.

Suomessa metsähakkeen tukea enemmän on keskusteltu tuulivoiman syöttötariffista, ja sen tasoa on moitittu korkeaksi. Tuulivoiman syöttötariffilla saavutetut päästövähennykset ovat verrattain kalliita, eivätkä alenna kokonaispäästöjä EU:n päästökaupassa.

Suomen syöttötariffin tason korkeudesta saa viitteitä vertaamalla tuulivoiman tukea Ruotsin ja Suomen välillä. Maiden tuuliolosuhteet ovat suhteellisen samankaltaiset. Pohjoismaissa³ on lisäksi yhteiset sähkömarkkinat, joiden kauppapaikkana toimii sähköpörssi Nord Pool. Pörssin systeemihinta on molemmissa maissa sama, vaikka aluehinnat eroavat toisistaan, kun

siirtokapasiteetti ruuhkautuu. Siirtokapasiteetti on ruuhkautunut usein, varsinkin muutaman viime vuoden aikana, ja Suomen aluehinta on noussut Ruotsia korkeammaksi. Kuvassa 1 (s. 6) näkyvät Suomen syöttötariffin tasot, Ruotsin uusiutuvan energian sertifikaatin hinnat ja sähkön kuukausittaiset keskiarvohinnat viimeiseltä viideltä vuodelta.

Suomessa uusien tuulivoimaloiden tuotannolle taataan syöttötariffin mukainen takuuhinta. Takuuhinta on korotettu kolmeksi ensimmäiseksi tuotantovuodeksi, ja hinta on ollut 105,3 €/MWh. Kun sähkön pörssihinta on viime vuosina pysytellyt keskimäärin noin 40 €/MWh tuntumassa, uusien tuulivoimaloiden tuotannolle on maksettu toistaiseksi keskimäärin noin 65 €/MWh tukea. Korotettua tukea maksetaan kuitenkin vain vuoden 2015 loppuun asti ja tuulivoiman investointipäätökset perustuvatkin vastedes syöttötariffin perustasoon, joka on 83,5 €/MWh.

Taulukko 1.

Syöttötariffijärjestelmän mukaista tuotantotukea saaneet laitokset Suomessa vuonna 2014.

Lähteet: Energiavirasto.

	Laitokset (kpl)	Kapasiteetti (MVA)	Tuotanto (GWh)	Tuki (milj. €)
Metsähake	47	3696	2170	28,5
Tuulivoima	39	465	809	55,8
Biokaasuvoimalat	2	3,8	4,7	0,33
Puupolttoainevoimalat	1	0,9	1,1	0,07
Yhteensä	89	4166	2985	84,7

EU-maat käyttävät tuuli- ja aurinkovoiman tuotantotukiin miljardeja euroja.

Syöttötariffi on saanut tuulivoimainvestoinnit Suomessa liikkeelle, tosin yskähdellen. Lupa- prosesseihin on liittynyt monia ongelmia (Tarasti 2012). Suomessa tuulivoiman syöttötariffia maksetaan vain niille voimaloille, jotka ehtivät hakea tukea ennen kuin kapasiteetin kokonaismäärä ylittää 2500 megavolttiampeeria (MVA). Syöttötariffijärjestelmään hyväksytyt, nyt voimassa olevat kiintiöpäätökset, kattavat noin 1900 MVA:a tuulivoimakapasiteettia. Näiden lisäksi käsittelyssä on hakemuksia noin 1200 MVA:n kapasiteetin edestä (Energiavirasto 4.11.2015). Kaikki kiintiöpäätöstä hakenneet tuulivoimalat eivät tule saamaan tukea voimassa olevasta syöttötariffijärjestelmästä, ja näiden hankkeiden toteutus riippuu siitä, miten uusiutuvan energian tukijärjestelmää uudistetaan.⁴

Ruotsi tukee uusiutuvaa energiaa sertifikaattimarkkinoin: tuulivoimatuottaja saa tuotamastaan sähköstä pörssihinnan lisäksi uusiutuvan energian sertifikaatin markkinahinnan mukaisen korvauksen. Uusiutuvan energian tuottaja saa sertifikaatteja viideksitoista vuodeksi. Sertifikaatin hinta määräytyy kilpailullisesti markkinoilla, ja järjestelmä suosii kypsiä, lyhyellä aikavälillä kilpailukykyisiä teknologioita.

Ruotsissa vihreitten sertifikaattien hinnat ovat pysyneet viime vuodet tasolla noin 20 €/MWh. Tuottajat ovat saaneet tuulivoimasähköstä korvauksen, joka on ollut viime vuosina keskimäärin noin 55 €/MWh (kuvassa 1: Sähkö + Elcerifikat, s. 6). Suomea huomattavasti alemmasta tuotantotuesta huolimatta Ruotsissa tuulivoimainvestoinnit ovat kasvaneet voimakkaasti vuosituhanteen vaihteen jälkeen (kuva 2). Verrattuna Suomen syöttötariffiin, Ruotsin alemmasta tuottajahintaa kompensoi kolme vuotta pidempi tukiaika, mutta Ruotsissa tuottoon liittyy sertifikaatin hintariskin takia suurempi epävarmuus.

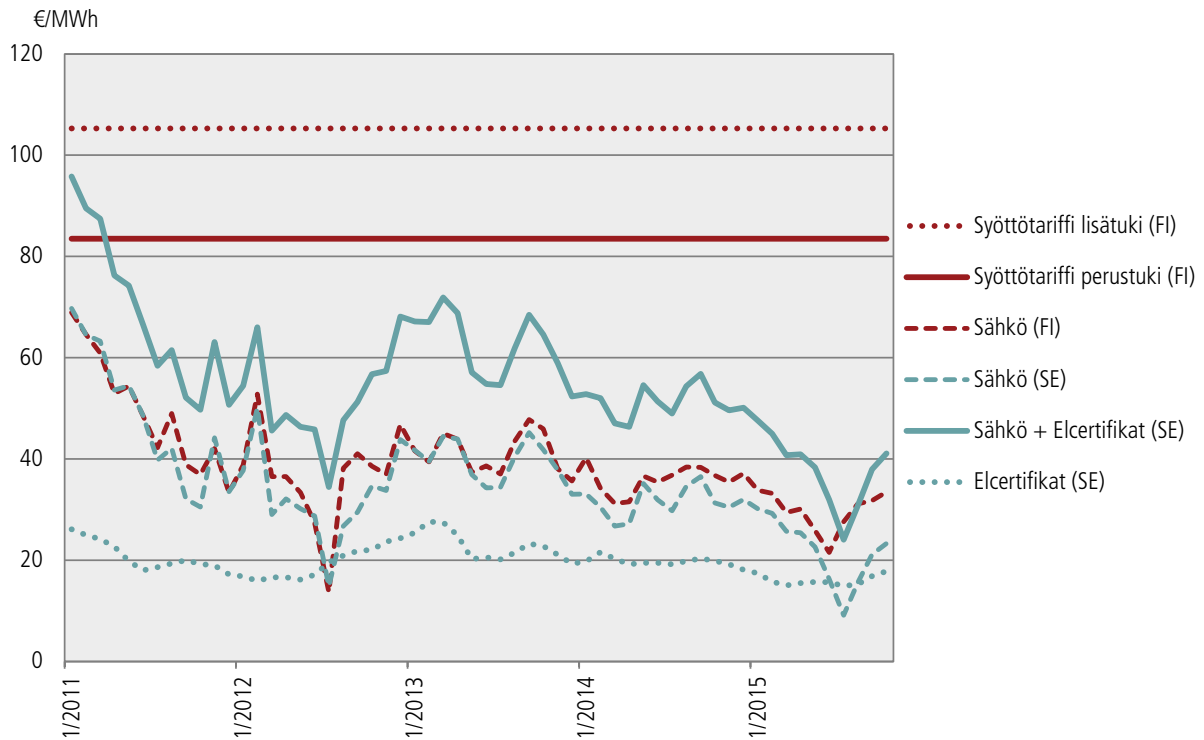
Uusiutuvan energian kasvu muuttaa sähkömarkkinaa

Noin puolet kaikesta pohjoismaisesta sähköstä tuotetaan Norjan ja Ruotsin vesivoimalla. Pohjoismaissa tuulivoiman osuus sähköntuotannon kapasiteetista kasvoi tasaisesti 2000-luvulla (kuva 2, s. 6). Pohjoismaisen sähköntuotannon kokonaiskapasiteetti lisääntyi vuonna 2013 vajaalla 2500 MW:lla, josta noin 63 prosenttia oli tuulivoimaa ja 24 prosenttia aurinkovoimaa.

Vuoden 2014 lopulla neljässä Pohjoismaassa maassa oli tuulivoimakapasiteettia kaikkiaan vajaat 12 GW:a, kun sähköntuotannon kokonaiskapasiteetti oli reilut 100 GW:a. Kapasiteetin kasvaessa myös tuulivoimatuotannon osuus lisääntyy tasaisesti. Vuonna 2013 sähköä tuotettiin Pohjoismaissa yhteensä 388 GWh, josta tuulivoimalla kaikkiaan noin 6 prosenttia. (NordREG 2013, 2014.)⁵

Tuulivoiman lisääntyvä osuus muuttaa radikaalisti pohjoismaisia sähkömarkkinoita. Ensimmäkin kasvu syrjäyttää tuotannosta hiililauhdevoimaloita ja alentaa sähkön hintaa pohjoismaisessa sähköpörssissä. Alentuneet sähkön hinnat heikentävät perusvoiman, ydin- ja vesivoiman, voittoja sekä hiililauhteen ja CHP-laitosten kannattavuutta (Liski ja Vehviläinen 2015, Kopsakangas-Savolainen ja Svento 2013). Suomessa matala sähkön hinta hyödyttää sähkönkuluttajia, mutta lisää syöttötariffina maksettavaa tukea tuulivoimalle.

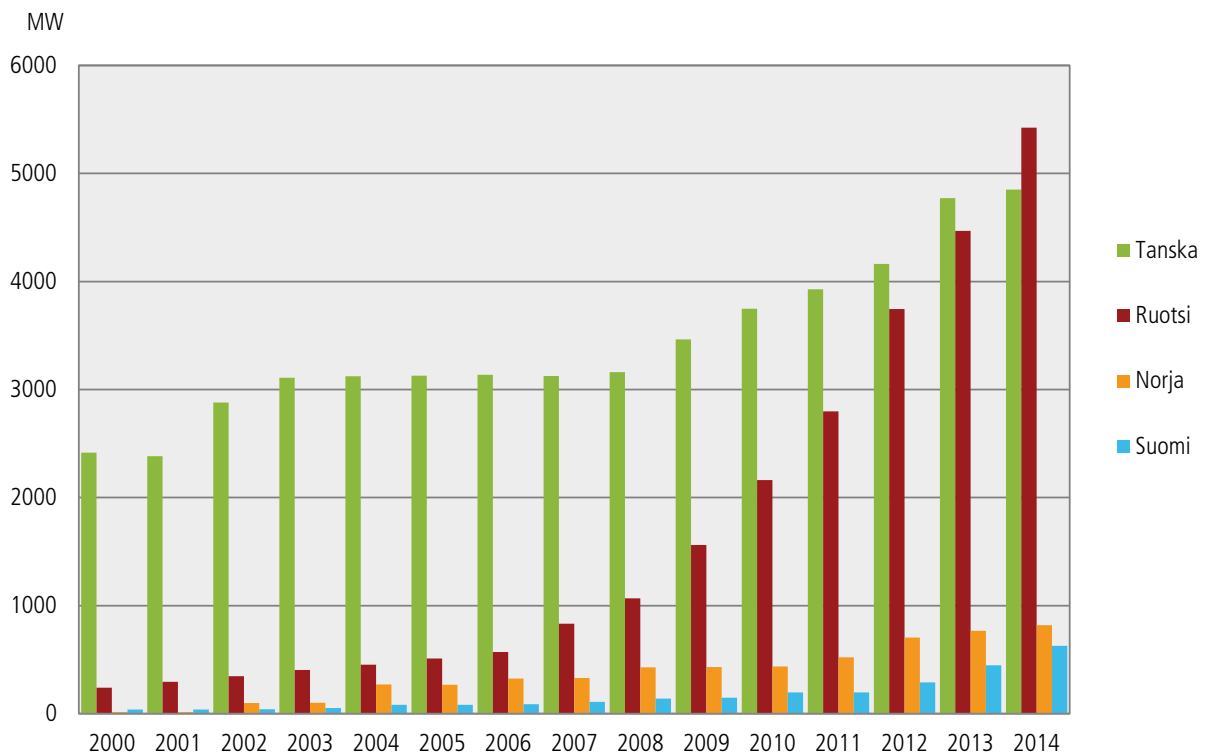
Tuulivoima on kuitenkin sääoloista riippuvainen tuotantomuoto. Mikäli siirtokapasiteetin rajallisuus Suomen ja Ruotsin välillä estää Norjan ja Ruotsin vesivoiman täysimittaisen käytön säätövoimana Suomessa, tuulivoiman rinnalla on ylläpidettävä fossiilisiin polttoaineisiin perustuvaa, säätövoiman kapasiteettia tai tasattava muutoin sähkön kulutushuippuja.



Kuva 1.

Tuulivoiman syöttötariffi Suomessa (FI), Ruotsin (SE) uusiutuvan energian sertifikaatin hinnat (Elcertifikat) sekä sähkön keskimääräiset aluehinnat kuukausittain vuosina 2011–2015.

Lähteet: Nord Pool Spot (<http://www.nordpoolspot.com>), SKM (<http://www.skm.se/>).



Kuva 2.

Tuulivoiman kapasiteetit Pohjoismaissa vuoden lopulla 2000–2014.

Lähteet: The Wind Power (<http://www.thewindpower.net>), Suomen tuulivoimayhdistys (<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/>).

Alentunut energianhintaa heikentää investointi-halukkuutta ja säättövoiman puute saattaa koitua Suomessa ongelmaksi. Sen sijaan, että Suomessa investoitaisiin voimakkaasti säättövoimaan, järjestelmän tehokkuuden kannalta olisi kannattavampaa rakentaa lisää siirtokapasiteettia Pohjoismaiden välille.

Tuloksia eri energiatukien merkityksestä

Euroopan eri maissa on laaja kirjo erilaisia ja eritasoisia uusiutuvan energian tukimuotoja (Kitzing ym. 2012). Empiiriset tutkimukset antavat jossain määrin ristiriitaisia tuloksia siitä, kuinka uusiutuvan energian tuotantotuet, vihreitten sertifikaattien markkinat tai T&K-tuet ovat vaikuttaneet uusiutuvan energian investointeihin tai yritysten innovointiin. Laadukaiden syy-seuraus-suhteita mittavien tutkimusasetelmien tekeminen on osoittautunut vaikeaksi.

Joitakin tuloksia on kuitenkin saatu. Tutkimusten mukaan syöttötariffit kannustavat varhaisessa kehitysvaiheessa olevien teknologioiden investointeihin, kuten esimerkiksi aurinkovoimaan. Tukijärjestelmät ovat osoittautuneet silti kalliiksi ja tukitasoja on alennettu esimerkiksi Saksassa (Wirth 2015). Voimakkaan tukipolitiikan myötä aurinkopaneelien hinnat ovat kuitenkin laskeneet radikaalisti ja paljon ennakoitua nopeammin. Puhtaan energian velvoitejärjestelmät ja sertifikaattimarkkinat taas suosivat melko kypsien, kilpailukykyisten teknologioiden investointeja, kuten tuulivoimaa.

Patenttiaineistoilla tehtyjen arvioiden perusteella syöttötariffien tai muiden suorien tuotannon tukien vaikutukset teknologiseen innovointiin ovat ristiriitaisia. Esimerkiksi tutkijat Böhringer ym. (2014) eivät tutkimuksessaan havaitse Saksan syöttötariffien lainkaan vaikuttaneen saksalaiseen innovointiin.

Teknologiamarkkinat ovat kuitenkin globaalit. Dechezleprêtre ja Glachant (2014) havaitsevat usean maan aineistolla, että kotimaiset ja ulkomaiset, teknologiakysyntää lisäävät ohjauskeinot ovat lisänneet tuulivoiman innovointia. Tuulivoiman kotimaiset tukipolitiikat ja niiden avulla noussut kotimainen tuulivoimatuotanto kasvattivat kotimaista innovointia enemmän yhtä lisääntyntä tuulivoimatuotannon yksikköä (MWh) kohden, mutta kokonaisvaikutukseltaan muiden maiden tukipolitiikat

olivat suuremmat. Saman havainnon tekevät Peters ym. (2012) aurinkovoiman osalta.

Jotkut vaikutukset innovointiin ovat epäsuoria. Tiedon kasautuminen ja patenttimäärän kasvu lisäävät innovointia (esim. Johnstone ym. 2010). Nesta ym. (2014) havaitsevat, että teknologista muutosta ajavat ympäristöpolitiikan ohjauskeinot toimivat tehokkaammin kilpailullisilla sähkömarkkinoilla.

Julkiset politiikkatoimet voivat edistää yksityisen rahoituksen kanavoitumista. Syöttötariffijärjestelmä luo vakaammat investointinäkyvät kuin uusiutuvan energian velvoitejärjestelmä ja kannustaa paremmin yksityisiä investointeja uusiutuvan energian projekteihin (Rodriguez ym. 2015).

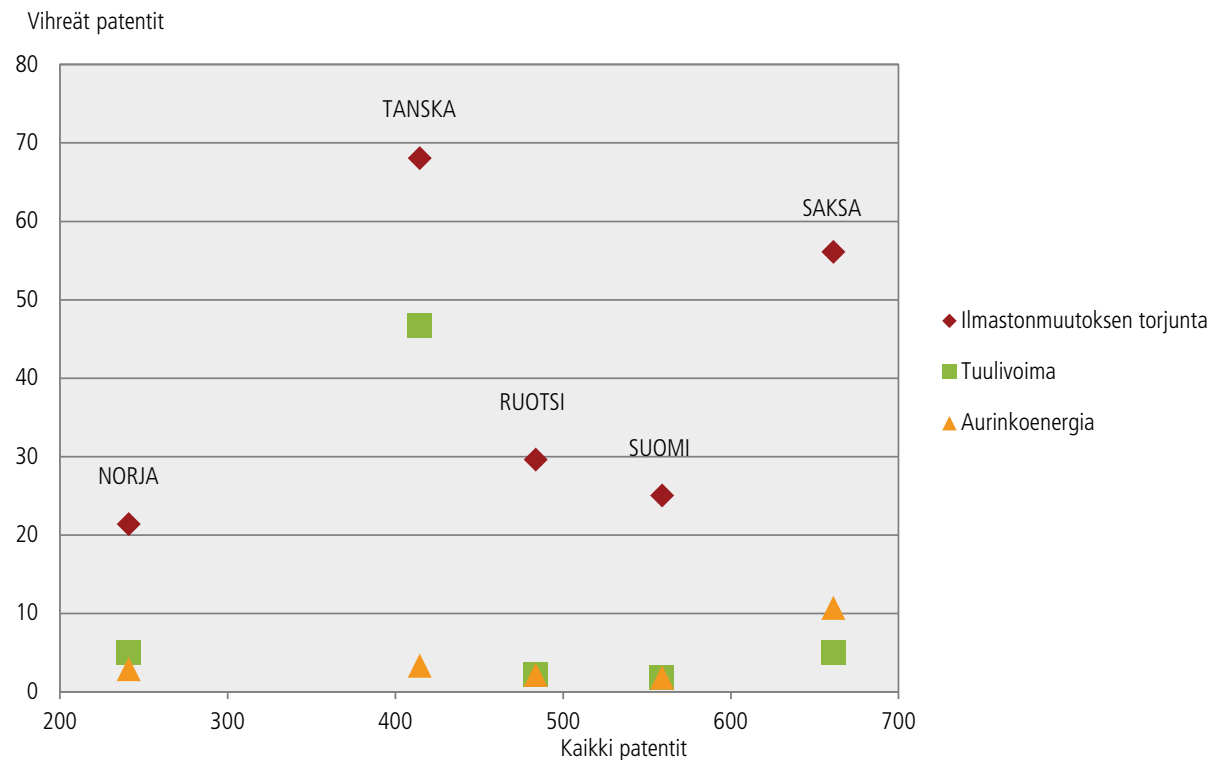
Johnstone ym. (2010) ja Popp ym. (2011) havaitsevat, että kansainvälinen ilmastopolitiikka on vaikuttanut merkittävästi uusiutuvien energiamuotojen kehitykseen. Kioton pöytäkirjan sopiminen ja ratifioiminen lisäsivät niin uusien energiamuotojen innovointia kuin käyttöönottoa. Pariisin ilmastoneuvotteluita ja kansainvälistä kehitystä tuleekin seurata tarkalla silmällä.

Miten kansallista ilmasto- ja energiapolitiikkaa tulisi uudistaa?

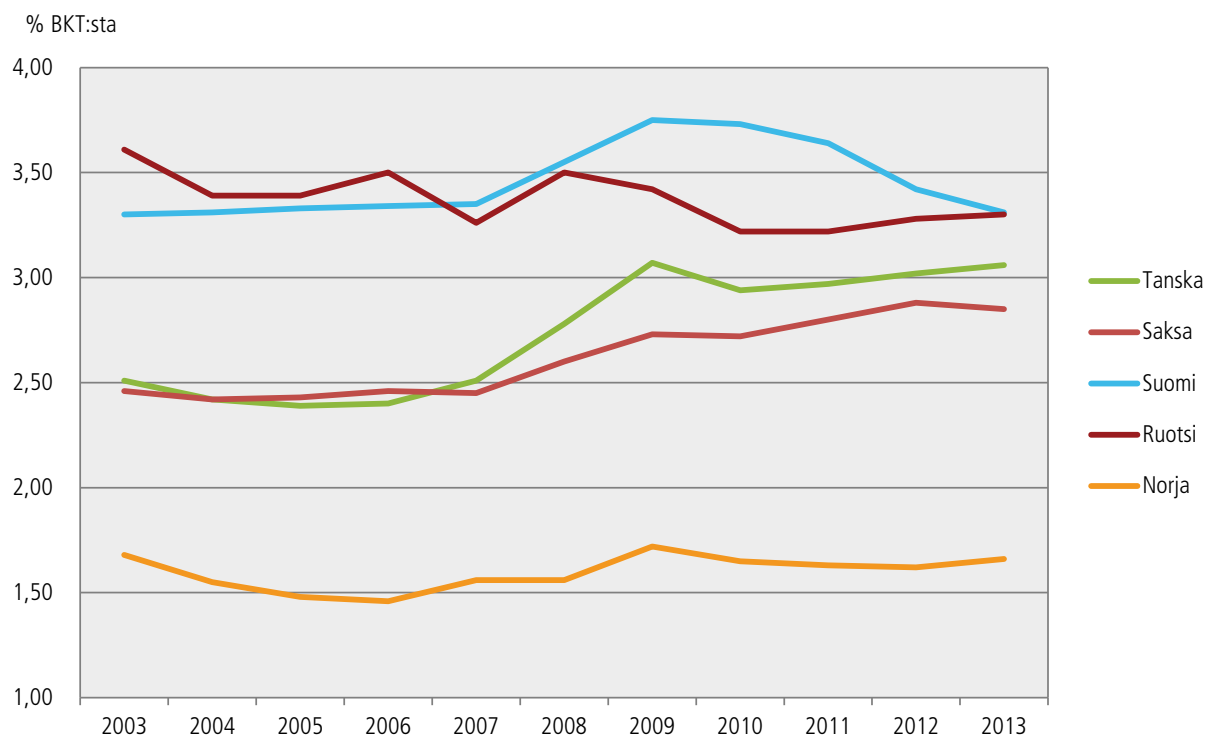
Päästökauppajärjestelmän uudistukset ovat EU-tason päätöksiä. Kansallista lainsäädäntöä ovat päästökaupan epäsuorien hintavaikutusten kompensatiojärjestelmä, uusiutuvan energian tuotantotuet sekä tutkimus- ja kehitystukien päätökset.

Toistaiseksi ei ole näyttöä EU:n päästökaupan merkittävistä, kilpailukykyä heikentävistä vaikutuksista. Silti mahdollinen päästöoikeuksien hintojen nousu saattaa jatkossa vaikuttaa merkittävästi suoraan päästökauppayritysten ja epäsuorasti sähkön hinnan kautta niin päästökauppa- kuin myös päästökaupan ulkopuolisten yritysten kustannuksiin ja kansainväliseen kilpailukykyyn.

Toisaalta hiilivuodon riski voi jatkossa vähentyä, mikäli YK:n ilmastoneuvottelut etenevät suotuisasti ja maat nostavat ilmastositoumustensa tasoa joulukuussa 2015 Pariisissa sovittavan ilmastopimuksen mukaisesti. Kiina aikoo ottaa käyttöön kansallisen päästökauppajärjestelmän vuodesta 2017 lähtien, ja Yhdysvallat aikoo vähentää voimalaitosten hiilidiok-



Kuva 3.
Vuosittaiset patenttimäärät miljoonaa asukasta kohden Pohjoismaissa ja Saksassa. Keskiarvo vuosilta 2007-2011.
Lähteet: OECD (<http://stats.oecd.org/>).



Kuva 4.
Tutkimus- ja kehittämismenot Pohjoismaissa ja Saksassa suhteessa bruttokansantuotteeseen.
Lähteet: Eurostat (http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/R_%26_D_expenditure).

sidipäästöjä merkittävästi vuoteen 2030 mennessä.

Kansallisessa lainsäädännössä on vastedes tarkasteltava kriittisesti tarvetta kompensoida teollisuudelle päästökaupan epäsuoria kustannuksia. Lisäksi on huomioitava päällekkäisen ohjauksen vaikutukset: tukien myötä kasvava tuuli- ja aurinkovoiman tuotanto alentaa päästöoikeuksien hintaa EU-alueella ja sähkön hintaa Pohjoismaissa.

Mikäli päästökauppaa ei saada toimivaksi ja päästöoikeuksien hinnat matelevat jatkossakin alhaalla, vähähiiliseen yhteiskuntaan siirtymistä pitää ohjata teknologiatuilla. Vahva panostus tutkimus- ja kehitystyöhön sekä harkittu energiantuotannon tukipolitiikka ovat tarpeen ilmastopolitiikan ohjauskeinoina.

Dechezleprêtre ym. (2013) osoittavat laajaan patentti- ja patenttien viittausaineistoon perustuen, että tietoa läikkyä ja leviää enemmän puhtaiden energiateknologioiden innovaatioista kuin vastaavien, likaisten teknologioiden innovaatioista. Puhtaisiin patenteihin viitataan useammin, ja ne luovat laadukkaampia innovaatioverkostoja. Havainto vahvistaa muun muassa Acemoglu ym. (2014) näkemystä, että puhtaiden innovaatioiden tutkimus- ja kehitystyö tarvitsee entistä laajemmin julkisia tukia.

Julkisen tutkimus- ja kehitystyön tukien tulisi kannustaa hankkeita, jotka ilman tukea jäisivät toteutumatta, mutta jotka ovat yhteiskunnan kannalta järkeviä. Tukien tulisi kannustaa ja suunnata yksityisen rahoituksen kanavoitumista teknologioiden kehityshankkeisiin. Samalla julkisen vallan tulisi kuitenkin välttää liiallista tulevaisuuden ennustamista ja ”voittavien” teknologioiden valintaa. Tukien tulisi olla mahdollisimman teknologianeutraaleja, eikä niitä tulisi liiaksi suunnata vain tietyille teknologioille.

Suomessa syöttötariffi sai tuulivoimainvestoinnit liikkeelle. Jatkossa tuulivoiman tukitasoja on syytä tarkistaa. Hallitusohjelmassa esitetäänkin selvitystä siitä, miten edistää tuulivoimaa kustannustehokkaasti. Tukitasojen kilpailutus voisi olla vartenotettava vaihtoehto (Ausubel ja Cramton 2011). Saksassa uusien aurinkovoimaloiden tuissa on siirrytty tarjouskilpailuihin vuonna 2015. Kilpailuttamisen säännöt on kuitenkin suunniteltava huolella. Britanniassa kilpailutusohjelma vuosina 1990–1998 epäonnistui, koska suuri osa kilpailussa voittaneista

projekteista ei koskaan valmistunut (Mitchell ja Connor 2004).

Viime vuosina uusiutuvan energian tukipolitiikassa painopiste on ollut tuotannon tukemisessa. Zachmann ym. (2014) mukaan kuusi suurta EU-maata, Saksa, Espanja, Ranska, Italia, UK ja Tšekki, käyttivät tuuli- ja aurinkovoiman tuotannon tukiin vuonna 2010 noin 48 miljardia euroa. Samaan aikaan tuuli- ja aurinkovoiman julkiset tutkimus- ja kehitystoiminnan menot olivat vain murto-osa, 315 miljoonaa euroa.

Suomi panostaa laajasti innovaatioihin ja teknologian kehittämiseen. Suomessa tutkimus- ja kehittämismenot sekä patentit asukasta kohden ovat OECD-maiden kärkiluokkaa (kuvat 3 ja 4). Verrattuna Tanskaan, Ruotsiin tai Saksaan ilmastomuutoksen torjuntaan tai uusiutuvan energian teknologioihin liittyvä innovointi on meillä huomattavasti vähäisempää. Vähäisemmät investoinnit näkyvät verrokkimaita alemmina patenttimäärinä (kuva 3). Suomessa on nähty tärkeäksi puolustaa energiaintensiivisen teollisuuden kansainvälistä kilpailukykyä. Jatkossa tulisi tukea enemmän uusia energiateknologioita kehittäviä yrityksiä ja innovaatioita tukevaa tutkimusta.

Viitteet

1. Poikkeuksena tiettyjen Itä-Euroopan maiden sähköntuottajat, joiden teknologiamuutosta tuetaan päästöoikeuksien ilmaisjaolla.
2. Tällä hetkellä metsähakevoimaloiden syöttötariffi on 15,87 €/MWh ja tämän päälle maksetaan kaasutinpreemiota (2,74 €/MWh) voimalaitoksille, joissa metsähaketta kaasutetaan pölypolttokattilaan (<https://www.energiavirasto.fi/syottotariffin-maaraytyminen-ja-markkina-hinnat>).
3. Puhuttaessa Pohjoismaista tässä tekstissä viitataan neljään Pohjoismaahan, joilla on yhteiset sähkömarkkinat: Suomeen, Ruotsiin, Norjaan ja Tanskaan.
4. Suomen tuulivoimayhdistyksen tilastojen mukaan Suomessa on rakenteilla tai suunnitteilla kaikkiaan noin 11000 MW edestä uutta tuulivoimaa, josta merituulivoimaa noin 2200 MW.
5. Suomessa tuulivoimakapasiteettia oli kirjoitushetkellä Energiaviraston voimalaitosrekisterissä (päiväty 28.10.2015) 915 MW:a (5 % kokonaiskapasiteetista) (<http://www.energiavirasto.fi/voimalaitosrekisteri>). Vuonna 2014 tuulivoimalla tuotettiin Suomessa noin 1,1 TWh sähköä (vajaa 2 % kokonaistuotannosta) (<http://energia.fi/tilastot/sahkontuotanto>).

Kirjoittajat



Tohtorikoulutettava Topi Hokkanen

on perehtynyt EU:n päästökaupan kilpailukykyvaikutuksiin.
Hän valmistelee väitöskirjaansa Aalto-yliopiston
kauppakorkeakoulun taloustieteen laitoksella.



VATT:n erikoistutkija Kimmo Ollikan

tutkimusaiheita ovat ympäristö-, energia- ja ilmastopolitiikan
ohjauskeinot.

Lisätietoja: <https://sites.google.com/site/kimmoollikka/>

Kirjallisuus

Acemoglu, D., Akcigit, U., Hanley, D. & Kerr, W., 2014. Transition to Clean Technology. NBER Working Paper No. 20743.

Ausubel, L.M. & Cramton, P., 2011. Auction Design for Wind Rights, Report to Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement.

Böhringer, C. & Rosendahl, K.E., 2010. Green promotes the dirtiest: on the interaction between black and green quotas in energy markets. Journal of Regulatory Economics 37, 316-325.

Böhringer, C., Cuntz, A.N., Harhoff, D. & Asane-Otoo, E., 2014. The Impacts of Feed-In Tariffs on Innovation: Empirical Evidence from Germany. CESifo Working Paper Series No. 4680.

Calel, R. & Dechezleprêtre, A., 2015. Environmental Policy and Directed Technological Change: Evidence from the European Carbon Market. Review of Economics and Statistics (painossa).

Dechezleprêtre, A. & Glachant, M., 2014. Does foreign environmental policy influence domestic innovation? Evidence from the wind industry. Environ. Resour. Econ. 58, 391-413.

Dechezleprêtre, A., Martin, R. & Mohnen, M., 2013. Knowledge Spillovers from Clean and Dirty Technologies: A Patent Citation Analysis. Centre for Climate Change Economics and Policy Working Paper No. 151, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper No. 135.

Fischer, C. & Newell, R.G., 2008. Environmental and technology policies for climate mitigation. Journal of Environmental Economics and Management 55, 142-162.

Hintermann, B., 2015. Pass-through of CO2 emission costs to hourly electricity prices in Germany. European Association of Environmental and Resource Economists 21st Annual Conference (EAERE), Helsinki.

Honkatukia, J., Mälkönen, V. & Perrels, A., 2006. Impacts of the European Emissions Trade System on Finnish Wholesale Electricity Prices. VATT Keskustelualoitteita 405. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus.

IEA, 2014. World Energy Investment Outlook. Paris: International Energy Agency.

IEA, 2015. Energy and Climate Change - World Energy Outlook Special Report. Paris: International Energy Agency.

Johnstone, N., Hascic, I., & Popp, D., 2010. Renewable energy policies and technological innovation: evidence based on patent counts. *Environmental and Resource Economics* 45, 133–155.

Kitzing, L., Mitchell, C. & Morthorst, P.E., 2012. Renewable energy policies in Europe: Converging or diverging? *Energy Policy* 51, 192–201.

Kopsakangas-Savolainen, M. & Svento, R., 2013. Economic value approach to intermittent power generation in the Nordic Power Markets. *Energy and Environment Research* 3(2), 139–155.

Liski, M. & Vehviläinen, I., 2015. Gone with the Wind? An Empirical Analysis of the Renewable Energy Rent Transfer. Mimeo.

Mitchell, C. & Connor, P., 2004. Renewable energy policy in the UK 1990–2003. *Energy Policy* 32, 1935–1947.

Nesta, L., Vona, F., & Nicolli, F., 2014. Environmental policies, competition and innovation in renewable energy. *Journal of Environmental Economics and Management* 67, 396–411.

NordREG, 2013. Nordic Market report 2013 - Development in the Nordic Electricity Market. Nordic Energy Regulators, Report 6/2013.

NordREG, 2014. Nordic Market report 2014 - Development in the Nordic Electricity Market. Nordic Energy Regulators, Report 4/2014.

Peters, M., Schneider, M., Griesshaber, T., & Hoffmann, V.H., 2012. The impact of technology-push and demand-pull policies on technical change – Does the locus of policies matter? *Resource Policy* 41, 1296–1308.

Petrack, S., & Wagner, U.J., 2014. The Impact of Carbon Trading on Industry: Evidence from German Manufacturing Firms. Kiel Working Papers No. 1912, Kiel Institute for the World Economy.

Popp, D., Hascic, I., & Medhi, N., 2011. Technology and the diffusion of renewable energy. *Energy Economics* 33(4), 648–662.

Rodríguez, M.C., Haščić, I., Johnstone, N., Silva, J., & Ferey, A., 2015. Renewable Energy Policies and Private Sector Investment: Evidence from Financial Microdata. *Environmental and Resource Economics* 62(1), 163–188.

Tarasti, L., 2012. Tuulivoimaa edistämään. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto 21/2012.

TEM, 2014. Energia- ja ilmastotiekartta 2050 - Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietintö 16. päivänä lokakuuta 2014. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto 31/2014.

Wagner, U. J., Muûls, M., Martin, R. & Colmer, J., 2014. The Causal Effects of the European Union Emissions Trading Scheme: Evidence from French Manufacturing Plants, World Congress of Environmental and Resource Economists, Istanbul, June 2014.

Wirth, H., 2015. Recent Facts about Photovoltaics in Germany. Fraunhofer ISE.

Zachmann, G., Serwaah, A. & Peruzzi, M., 2014. When and how to Support Renewables? Letting the Data Speak. Bruegel Working Paper 2014/01.



Policy Brief on Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen artikkelisarja, joka esittelee taloustieteellisiä näkökulmia ajankohtaisiin yhteiskunnallisiin kysymyksiin ja talouspolitiikan päätöksiin. Artikkelit julkaistaan VATT:n verkkosivuilla www.vatt.fi.

Kannen kuvitus: Shutterstock

Graafinen suunnittelu ja taitto: Anita Niskanen

© Valtion taloudellinen tutkimuskeskus 2015

www.vatt.fi

VATT Analyysi -julkaisusarja

VATT Analyysi -sarjan julkaisut ovat saatavilla osoitteessa www.vatt.fi/julkaisut/vattanalyysi



VATT Analyysi 1-2015

Hyvän valtionosuusjärjestelmän periaatteet

Suomen julkinen sektori on kansainvälisessä vertailussa poikkeuksellisen hajautettu paikallistasolle eli kunnille. Tästä syystä valtion kunnille maksamat valtionosuudet ovat merkittävä menoerä. Analyysissa tarkastellaan talousteorian näkökulmasta hyvän valtionosuusjärjestelmän periaatteita sekä sitä, miten hyvin Suomen vuoden 2015 alusta voimaantullut järjestelmä noudattaa näitä periaatteita.



VATT Analyysi 1-2014

Maahanmuuttajien integroituminen Suomeen

Onnistunut kotouttamispolitiikka kohentaa sekä maahanmuuttajien että suomalaisten taloudellista hyvinvointia. Tutkimustulosten mukaan kotouttamissuunnitelmat nostivat maahanmuuttajien tuloja lähes puolella kymmenessä vuodessa. Kotouttamisen kehittäminen vaatii kuitenkin nykyistä järkevämmin toteutettuja kokeiluja.



VATT Analyysi 1-2013

Hyvän veropolitiikan periaatteet

VATT Analyysissa käydään läpi viime vuosien taloustieteellisen verotutkimuksen johtopäätöksiä, joiden nojaan hyvä veropolitiikka voidaan rakentaa. Julkaisussa tarkastellaan, miten verotus vaikuttaa kotitalouksien ja yritysten käyttäytymiseen, ja pohditaan, miten nämä tutkimustulokset tulisi ottaa huomioon Suomen verotuksen kehittämisessä.

Viimeisimmät Policy Brief -artikkelit

VATT Policy Brief -artikkelit ovat saatavilla osoitteesta www.vatt.fi/policybrief



VATT Policy Brief 2-2015

Rakenteellisen työttömyyden riski kasvaa

Keskustelu rakenteellisen työttömyyden lisääntymisestä viriää aina, kun työttömyysaste nousee tai pysyy kauan korkeana. Rakenteellisen työttömyyden taso antaa suuntaviivat hallituksen talous- ja työvoimapolitiikalle. Viime aikoina rakenteellisen työttömyyden riski on jonkin verran kasvanut.



VATT Policy Brief 1-2015

Mihin perintöveroa tarvitaan?

Perintö- ja lahjaverolla verotetaan perintönä, testamentilla ja lahjana saatuja omaisuuksia. Vaikka perintövero on oma veromuotonsa, sen toimivuus ja vaikutukset riippuvat myös muista veroista. Erityisesti perintöveron suhde luovutusvoittoveroon on tärkeä. Ne yhdessä määräävät, millä tavalla omaisuuden arvonnousu tulee verotetuksi vai tuleeko lainkaan.



VATT Policy Brief 4-2014

Terveystenhoitopalvelujen kilpailu voi johtaa kilpavarusteluun

Julkisten terveydenhuollon palveluntuottajien välistä kilpailua on viime vuosina vapautettu useissa maissa. Suomessakin on otettu varovaisia askelia kilpailun suuntaan. Vuosina 2011 ja 2014 tehdyt uudistukset lisäsivät potilaan valinnanvapautta julkisessa terveydenhuollossa. Potilaan vapaus valita ja tuottajien välinen kilpailu voivat oikein toteutettuina hyödyttää potilaita ja koko yhteiskuntaa.